

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

(наименование)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Современные технологические процессы изготовления деталей в
машиностроении»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технология сборки и сварки промежуточного вала цементной
печи

Студент

Н.И. Мезин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Л. Федоров

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент Н.В. Зубкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Цель выпускной квалификационной работы – повышение производительности труда и качества при изготовлении вала промежуточного привода цементной печи. Для достижения поставленной цели работы были решены следующие задачи: выбрана замена способу механизированной сварки на автоматическую сварку; разработан технологический процесс, реализующий выбранный способ соединений; подобрано оборудование, необходимое для реализации разработанного технологического процесса; предусмотрены мероприятия по защите здоровья и жизни производственного персонала и окружающей среды от влияния опасных и вредных производственных факторов; экономически обоснованы предложенные технические решения.

Пояснительная записка содержит 62 стр., 4 рисунка, 20 таблиц.

Проанализированы условия эксплуатации изделия, особенности свариваемости материала. Проведен анализ базового технологического процесса, выявлены недостатки базовой технологии – низкая степень автоматизации. Разработан технологический процесс автоматической сварки изделия. Выполнен анализ проектной технологии ремонтной сварки на предмет наличия опасных и вредных производственных факторов.

Рассчитан годовой экономический эффект с учетом капитальных вложений.

Полученные результаты выпускной квалификационной работы могут быть использованы на предприятиях занимающихся выпуском оборудования для цементной промышленности.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных и известных технических решений	6
1.1 Описание изделия.....	6
1.2 Технические условия на изготовление сварного узла.....	7
1.3 Обоснование вида производства	12
1.4 Базовый технологический процесс	12
1.5 Обоснование способа сварки	13
1.4 Задачи выпускной квалификационной работы	14
2 Разработка технологического процесса.....	16
2.1 Выбор сварочных материалов	16
2.2 Подбор режимов сварки, техника выполнения сварных швов	17
2.3 Выбор и обоснование методов контроля.....	19
2.4 Выбор и обоснование сварочного оборудования	23
3 Безопасность и экологичность проекта	30
3.1 Описание производственного участка, рабочего места, выполняемых операций.....	30
3.2 Технологическая характеристика объекта	31
3.3 Систематизация профессиональных рисков	33
3.4 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	34
3.5 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке ..	36
3.6 Экологическая безопасность разработанного технического объекта ...	39
4 Расчет экономических параметров предлагаемой технологии	41
4.1 Вводная информация для расчета	41
4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования	43
4.3 Расчёт штучного времени.....	44
4.4 Определение заводской себестоимости применяемого и предлагаемого вариантов.....	46
4.5 Определение капитальных затрат	51

4.6 Показатели экономической эффективности.....	54
Заключение	58
Список используемых источников и литературы.....	60

Введение

После затяжного кризиса 2008 года в промышленности начинается оживление. В первую очередь наиболее интенсивно развиваются строительные отрасли. Возрастает потребность в различных строительных материалах, в том числе и цементе.

Оборудование для производства цемента изготавливают из различных деталей, соединенных сваркой. Например, вал промежуточный, предназначенный передачи крутящего момента от редуктора на зубчатый венец цементной печи. Анализ мировых рынков сварочного оборудования и сварочных материалов показывает, что доля ручной дуговой сварки в технологиях соединения материалов неуклонно снижается. Это можно объяснить неустраняемыми недостатками, которые присущи ручной дуговой сварке. Главным недостатком является малая производительность способа по сравнению с автоматическими и механизированными способами сварки. Следующим недостатком следует признать тяжёлые условия труда сварщика и вредность сварки штучными электродами. Также не устранена проблема получения дефектов при ручной дуговой сварке, количество которых в значительной мере определяется квалификацией сварщика. Кроме того, из-за значительного расхода электродного металла на разбрызгивание и угар значительно снижается конкурентоспособность ручной дуговой сварки перед механизированными и автоматическими способами сварки.

Применение новых технологий позволяет не только увеличивать производительность труда но и изменять компоновку производственных участков, задействованных при их реализации. При этом возможно снижение затрат на содержание производственных площадей. Площадь производственного участка, на котором производится сборка и сварка узлов цементного оборудования может достигать существенных величин.

Цель настоящей работы – повышение производительности труда и качества при изготовлении вала промежуточного привода цементной печи.

1 Анализ исходных данных и известных технических решений

1.1 Описание изделия

Сварной узел «Вал промежуточный» предназначен для передачи вращения от электропривода через редуктор на зубчатый венец цементной печи.

В условиях эксплуатации вал устанавливается на открытом воздухе и подвергается действию атмосферы и перепаду температур [5].

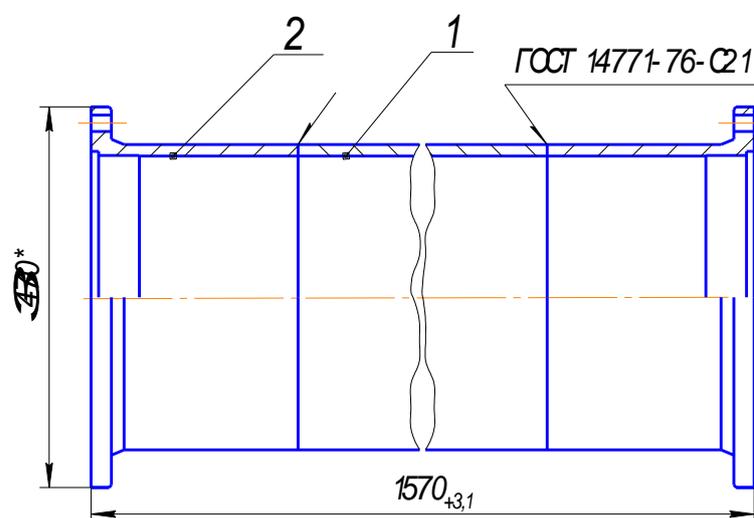
Вал представляет собой сварную конструкцию цилиндрического типа длиной 1570 мм, внутренним диаметром 350 мм.

Вал состоит из

- обечайки поз. 1- 1шт.
- фланцев поз.2 – 2шт.

Элементы узла соединены между собой кольцевыми швами, выполненными ручной дуговой сваркой.

Эскиз сварного узла приведен на рисунке 1.



1 – обечайка, 2 фланцы.

Рисунок 1 – Вал промежуточный

Сварной узел «Вал промежуточный» изготавливается из стали 20 ГОСТ 1050. Эта сталь обладает высокой пластичностью и хорошей свариваемостью.

Химический состав и механические свойства стали 20 ГОСТ 1050 приведены в таблице 1 и 2

Таблица 1 – Химический состав стали 20 в процентах

Сталь	C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
20	0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25	0,25	0,25	0,035	0,04

Таблица 2 – Механические свойства стали 20

Сталь	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	a_n , Дж/см ² при температуре	
20	МПа		%		-20	-60
	250	420	25	55	160	39

Сталь 20 сваривается без ограничений ручной дуговой сваркой, автоматической под флюсом и газовой защитой

1.2 Технические условия на изготовление сварного узла

Технические условия, это требования, предъявляемые к конструкции при ее изготовлении.

Существуют общие и дополнительные технические условия. В общих условиях указывается:

- требования к материалу будущей конструкции;
- допуски отклонений размеров согласно чертежу;
- допуски отклонения формы, вследствие деформации после сварки;
- способы контроля заготовок;
- виды сварочных материалов.

Дополнительные условия указываются на чертежах. Технические условия на основной материал.

Весь металлопрокат запускаемый в производство должен сопровождаться сертификатом, в котором указывается:

- предприятие изготовитель;
- марка материала;
- характеристики механических свойств;
- химический элементы, входящие в сталь;
- номер партии.

При отсутствии сертификата, металл в производство не допускается, до его проверки в заводской лаборатории [9].

Поверхность проката не должна иметь наружных дефектов, в противном случае они подлежат удалению с последующей заваркой и зачисткой [16].

Прокат может храниться в стеллажах штабелях, как в открытых, так и в закрытых складах.

Металлопрокат должен быть очищен от ржавчины, окалины и других загрязнений [12].

Неплоскостность листа более 2 мм, в зазоре между его поверхностью и линейкой метровой длины, не допускается.

Перед запуском в производство весь листовой металлопрокат должен быть выправлен. Стрела прогиба $f \leq (1/1000) \geq 10$ мм

Каждая единица металлопроката должна иметь маркировку. Место маркировки определяется из удобства положения и подсчета количества штук на складе [23].

В технических условиях на заготовку указываются требования к соблюдению размеров в пределах допусков указанных на чертежах. Требования по длине и глубине зарезов и выхватов, они не должны превышать 10 % от общей длины кромок при глубине зареза 1,5 - 20 мм.

Кислородную резку можно вести как ручным способом, так и механизированными способами. Механическую резку производят на гильотинных ножницах, различных прессах.

Конструктивные элементы разделки кромок под сварку должны соответствовать требованиям ГОСТов: ГОСТ 8713-79, 5264-80, 14771-76, 15878-79.

Заусенцы и грат на заготовках должны быть удалены любым доступным способом.

Технические условия на обечайки.

Допускается смещение кромок в стыковых сварных соединениях не более 10% от номинальной толщины листов плюс 1 мм, но не более 3 мм

В продольных швах совместный увод кромок в пределах 10% толщины листа плюс 3 мм, но не более 5 мм, при этом увод швов определяется по шаблону, длина которого (по хорде) равна 1/3 радиуса обечайки

Допуск формы заданного профиля обечайки вдоль замыкающего стыка (недогиб) - 15мм на дуге длиной 580 мм, при этом перегибы на прямом участке внутрь не допускаются

Допускаются местные вмятины и выпучены глубиной не более 5 мм на одном метре длины, не более 2 штук на каждую сторону корпуса

В кольцевых сварных соединениях допускается смещение кромок не более 10% плюс 1мм по наименьшей толщине листа, но не более 3 мм.

Технические условия на входной контроль следующие: Входной контроль предполагает проверку состояния листового проката, из которого будут выполняться заготовки для обечайки корпуса вала. Листовые заготовки должны храниться на закрытых складах, при этом должна обеспечиваться их защита от загрязнения и различных механических повреждений. Также необходимо предохранять листовой прокат от контакта с цветными металлами [20].

Во время входного контроля проверяют на листе отсутствие недопустимых дефектов: вздутий, трещин, раковин, загрязнений, разрывов и

окалины. В случае обнаружения поверхностных дефектов следует их устранить с применением механической зачистки, при этом допустимое уменьшение толщины листа 0,25...0,4 мм. При контроле обрезных кромок следует исключить на них разрывов, расслоений и трещин [18].

Сборка может проводиться как на слесарных стендах, так и на специальных приспособлениях. Особое внимание необходимо уделять сварочным зазорам, которые не должны иметь непостоянную величину [17].

Зона сварки подлежит тщательной зачистки, на ширину 20-30 мм от будущего сварного шва.

Прихватку необходимо выполнять только в местах сварки, теми же сварочными материалами, что и основной шов. Размеры прихваток оговариваются в технологической документации, где также указывается их расположение. Все прихватки должны быть очищены от шлака и брызг.

Необходимо следить за исправностью мерительного и вспомогательного инструмента используемого при сборке.

Технические условия на сварку

К выполнению сварочных работ допускаются специально обученные и аттестованные на этот вид работ сварщики. Используемые сварочные материалы должны соответствовать требованиям ГОСТа [13].

Соблюдение технологического процесса должно контролировать ОТК.

Применяемые сварочные материалы должны соответствовать требованиям ГОСТ и иметь сертификат.

Электроды толстопокрытые металлические должны поставляться в сопровождении сертификата, при этом химический состав и механические свойства наплавленного металла должны соответствовать, в случае сварки малоуглеродистых сплавов ГОСТ 9467-75.

Электроды должны поставляться в пачках их влагонепроницаемого материала с ярлыком. Покрытие должно быть ровным, гладким, без непромешанных комков, вздутий, трещин. Перед запуском в производство электроды должны пройти технические испытания.

Сварочная проволока по ГОСТ 2246-70 поставляется в бухтах с водонепроницаемым покрытием. Храниться бухты должны в сухом, отапливаемом месте (помещении). Каждая бухта должна сопровождаться биркой, в которой указываются все основные данные на сварочную проволоку [24].

Технические условия на сварочные материалы.

При сварке вала применяются сварочные материалы, разработанные технологическим процессом, т.е. сварочная проволока, флюс, электроды

Каждый моток сварочной проволоки (бухта, катушка) должен быть обернут слоем бумаги, затем слоем полимерной пленки, нетканых материалов или тканью из химических волокон.

При механизированной упаковке каждый моток проволоки должен быть обернут слоем кабельной крекированной бумаги по ГОСТ 10396-75.

Электроды и проволока должна храниться в закрытом складском помещении.

Технические условия на контроль качества изделия следующие. Контроль качества изделия проводится на всех этапах технологического процесса. При изготовлении проверяется: габаритные размеры заготовок; качество подготовки кромок; сборочные зазоры; размеры сварных швов и качество их зачистки; отсутствие в сварных швах недопустимых дефектов.

Основные требования к контролю качества должны соответствовать ГОСТу 3242-79.

Контроль сварных швов должен производиться:

- внешним осмотром и измерениями по ГОСТ 3252-79 - 100%
- ультразвуковой дефектоскопией по ГОСТ 75782-86 - 100%

Технические условия на консервацию, маркировку, отгрузку. Способы маркировки: ударный, простой, биркой. Он указывается в технической документации. Здесь же указываются основные требования к маркировке (ее состав, высота букв, место маркировки) [25].

При консервации изделия учитываются условия хранения узла и способы его транспортировки. В требованиях на отгрузку указывается способ размещения и крепления узла на транспортном средстве [32].

1.3 Обоснование вида производства

«В разработке проектов сварочного производства большое значение имеет определение наиболее целесообразных форм организации производственных процессов для выполнения заданной программы» [2].

«В зависимости от количества различных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлено принадлежность проектируемого участка (цеха) определённому типу производства» [12]. В практике проектирования принято рассматривать три типа производства:

- единичное;
- серийное;
- крупносерийное и массовое.
- масса узла-240кг,
- годовая программа выпуска - 200 шт.

Используя справочную литературу [12] получаем мелкосерийный тип производства.

1.4 Базовый технологический процесс

По базовому технологическому процессу сборка вала промежуточного производится на плитном настиле с помощью технологических скоб и подставок, уголков, клиньев, уголков и стяжек следующим образом:

- на технологические подставки устанавливается обечайка поз. 1
- на фланцы поз. 2 устанавливаются по 1 технологической скобе
- технологические скобы привариваются к фланцам р.д.с. электродами типа Э – 42 А марки УОНИ 13/45

- фланцы поочередно с помощью крана собираются с обечайкой с использованием уголков, стяжек, клина

- по мере сборки производится прихватка ручной дуговой сваркой электродами типа Э – 42 А марки УОНИ 13/45

Узел сваривается ручной дуговой сваркой электродами типа Э – 42 А. марки УОНИ 13/45 на роликовом вращателе

Данный технологический процесс является трудоемким, качество сварки зависит от квалификации сварщика.

В данной бакалаврской работе предлагается сварку узла выполнять механизированным способом с помощью сварочного автомата в среде углекислого газа. Это позволит повысить качество сварного узла, увеличит производительность труда и улучшить условия труда сварщиков

1.5 Обоснование способа сварки

При выборе способа сварки необходимо произвести конструктивно-технологический анализ данной конструкции:

- вид конструкции: цилиндрическая
- габаритные размеры длина составляет 1570мм, диаметр внутренний составляет 470мм.;
- общая масса конструкции 240кг;
- толщина деталей в районе наложения сварного шва 16мм;
- материал конструкции сталь 20, сваривается без ограничения всеми способами сварки;
- положение сварного шва в пространстве нижнее.

В таблице 3 приведены возможные варианты способов сварки данной конструкции. Сварной шов является стыковым, сварка выполняется по закрытому сечению, при этом сварной шов может иметь нелинейность, длина сварного шва составляет несколько десятков сантиметров.

Таблица 3 – Выбор способа сварки

Способ сварки	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Ручная дуговая сварка покрытыми электродами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая маневренность 2. Простота 3. Дешевизна 	<ol style="list-style-type: none"> 1. низкая производительность 2. качество сварки в большой степени зависит от квалификации сварщика
Механизированная сварка в среде углекисл. газа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Маневренность 2. Достаточная простота 3. Углекислый газ - дешевый защитный газ 4. Защита дуги от вредного влияния атмосферы –хорошая 5. Высокая производительность 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Несколько повышенное разбрызгивание металла 2. Сильное окисление металла шва
Автоматическая сварка под слоем флюса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Хорошая защита сварочной дуги 2. Отсутствие излучения 3. Высокое качество шва (плотность, геометрическая форма) 4. Возможность максим. приблизить точку токоподвода и изделию дает возможность работы на больших токах 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность ведения сварки только в нижнем положении 2. Возможность сварки только протяженных швов (по технологи-ческим и экономическим причинам)

Из всех рассматриваемых способов сварки выбираем автоматическую сварку в среде углекислого газа, так как данная сварная конструкция имеет доступные кольцевые шва небольшой протяженности. Выбранный способ позволяет получать сварные швы во всех пространственных положениях с более высокой производительностью по сравнению с РДС, обеспечивает высокое качество сварного соединения.

1.4 Задачи выпускной квалификационной работы

В настоящей выпускной квалификационной работе поставлена цель - повышение производительности труда и качества при изготовлении вала промежуточного привода цементной печи.

Проведенный анализ условий эксплуатации изделия, базового технологического процесса, возможных способов его сварки показал, что

сформулированная во введении цель проекта может быть достигнута при применении автоматической сварки в среде углекислого газа [32].

На основании вышеизложенного можно сформулировать задачи на выполнение выпускной квалификационной работы:

- подобрать режимы сварки, сварочные материалы;
- разработать технологический процесс сварки;
- проработать защиту производственного персонала и окружающей среды от опасных и вредных факторов;
- обосновать предложенные решения с точки зрения экономических расчетов.

2 Разработка технологического процесса

Технологический процесс, согласно ГОСТ 3.1109-82 это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. Главное требование к технологии сварки – обеспечение необходимого уровня качества при заданной производительности труда с наименьшими затратами [1].

2.1 Выбор сварочных материалов

«Исходными данными для выбора сварочных материалов является:

- основной материал основной конструкции;
- условия работы конструкции;
- способ сварки» [15].

«К сварочным материалам относятся: электроды, сварочная проволока: порошковая и сплошного сечения, стальная лента, вольфрамовые, медные, угольные, графитовые электроды. К вспомогательным сварочным материалам относятся: флюсы и защитные газы. Так например при дуговой сварке в CO_2 важнейшей особенностью является сильное окисление металла шва. Поэтому сварочные материалы необходимо назначать с высоким содержанием активных раскислителей: марганца и кремния» [19].

В данном проекте для сварки вала выбран способ автоматической сварки автоматом в среде CO_2 .

«Для сварки в CO_2 исходя из условий равнопрочности можно выбрать самую дешёвую проволоку Св-08, но учитывая специфические особенности этого способа сварки, то есть сильное окисленное воздействие углекислого газа на наплавленный металл, которое необходимо компенсировать за счёт введения раскислителей, в состав сварочной проволоке Св-08Г2С, ГОСТ 2246-70» [16]. Химический состав проволоки, в %, приведён в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав проволоки

Марка проволоки	C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
Св-08Г2С	0,05-0,11	0,70-0,95	1,8-2,1	≤0,25	≤0,2	≤0,025	≤0,03

«Данная проволока улучшает качество сварного шва элементами, которые при сварке переходят в металл шва, т.е обеспечивают легирование» [31].

В качестве защитного газа выбран углекислый газ 1-го сорта по ГОСТ 8050 - 85 с чистотой 99%. Углекислота сварочная сорт I по ГОСТ 8050-85.

В данной выпускной квалификационной работе применяем табличный метод определения расхода сварочных материалов.

Расход сварочной проволоки рассчитаем по формуле:

$$M_{св} C17 = L_{шва} K_{св} C17 \quad (1)$$

$$M_{св} C17 = 2,3 \cdot 0,95 = 2,2 \text{ кг}$$

Расход углекислого газа произведем по формуле:

$$Q_{CO_2} C17 = L_{шва} K_{св} C17 \quad (2)$$

$$Q_{CO_2} C17 = 2,3 \cdot 1,3 = 3,0 \text{ кг}$$

2.2 Подбор режимов сварки, техника выполнения сварных швов

Режимом называется совокупность регулируемых параметров, обеспечивающих получение сварного соединения заданных параметров и требуемого качества.

«Для выбранного способа сварки – механизированной в среде углекислого газа параметрами режима являются:

- диаметр сварочной проволоки;
- сила сварочного тока;
- напряжение дуги;
- скорость подачи электродной проволоки;
- скорость сварки, м/ч
- расход защитного газа» [1].

В данной выпускной работе применяется метод определения параметров режима сварки, используя опытные данные ОАО Волгоцеммаш» [5].

Параметры режима приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры режима сварки

«Тип соединения	C17
Диаметр проволоки, мм	2
Количество слоев	4
Сила тока, А	200-500
Напряжение на дуге, В	25-28
Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	180-300
Скорость сварки, м/ч» [5]	15-30

В сварном узле применяется стыковое одностороннее сварное соединение. На рисунке 2 приведены эскизы конструктивных элементов сборки и подготовки кромок, вид сварного шва

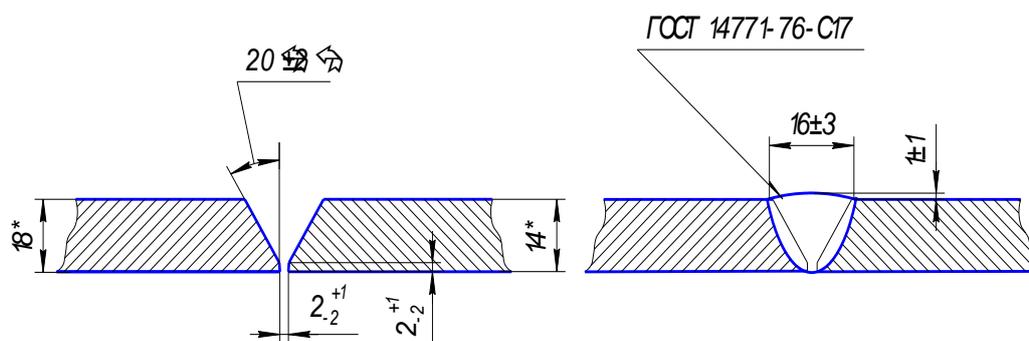


Рисунок 2 – Конструктивные элементы шва

2.3 Выбор и обоснование методов контроля

Осмотру с целью выявления внешних дефектов должны подвергаться все сварные швы независимо от применения других методов контроля. Осмотр сварных швов должен производиться по всей их протяженности с двух сторон, за исключением мест, недоступных для осмотра. Невооруженным глазом или с применением лупы с не менее чем четырехкратным увеличением проверяют наличие трещин, подрезов, свищей, прожогов, натеков, не проваров корня и кромок [30].

Качество подготовки кромок под сварку определяется чистотой кромок, правильностью их разделки.

Перед контролем сварной шов и прилегающие к нему поверхности должны быть очищены от шлака и других загрязнений, затрудняющих осмотр, на ширину не менее 20 мм по обе стороны шва [29].

Дефекты, выявленные внешним осмотром, должны быть устранены перед проведением контроля другими методами.

Визуальный контроль сварных соединений проводится невооруженным глазом или с помощью оптических приборов. Расчетные соединения должны осматриваться с применением лупы десятикратного увеличения [28].

При внешнем осмотре выявляются наплывы, подрезы, прожоги, незаваренные кратеры, наружные трещины швов и околошовной зоны, непровары корня шва, пористость.

Результаты визуального контроля должны соответствовать следующим параметрам:

- сварной шов должен иметь гладкую структуру с плавным переходом к основному металлу, при этом неровность не должна быть более 0,5 мм (если шов является легкодоступным) или не более 1 мм (если шов является труднодоступным);
- должны отсутствовать скопления пор и шлаковых включений, свищи, наплывы по всей длине сварного шва;
- не допускается наличие незаваренных кратеров.

Для визуально-измерительного контроля применяется оборудование, которое представлено на рисунке 3.

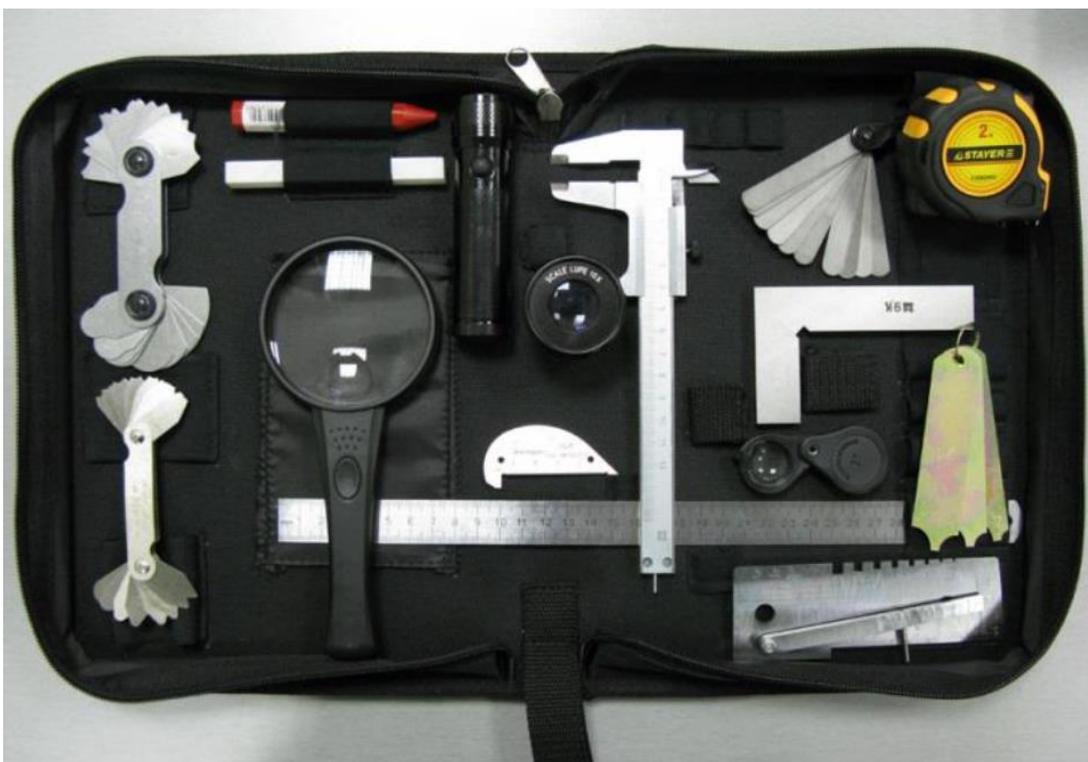


Рисунок 3 – Оборудование для проведения визуально-измерительного контроля

В состав комплекта для проведения визуально-измерительного контроля входят: инструкция РД 03-606-03, лупа просмотрная с подсветкой

3,5 х, лупы просмотрные 4х и 7х, лупа измерительная ЛИЗ-10х, универсальный шаблон сварщика УШС-3, наборы щупов и радиусных шаблонов, маркер по металлу, штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 с глубиномером, фонарик, линейка металлическая Л-300 (300 мм), футляр для хранения, рулетка, угольник металлический [26].

Если недопустимые дефекты были обнаружены, необходимо их устранить. Удаление дефекта выполняется механическим способом (абразивным инструментом, вырубкой, фрезеровкой) по всей длине дефекта

По результатам ультразвукового контроля должны выполняться следующие требования:

- не допускается наличие непроваров в корне шва глубиной более 3 мм;
- не допускаются поры и шлаковые включения размером более 3 мм; - не допускаются скопления пор более 5-штук на 1 см².

Не допускается сваривать заготовки и сборочные единицы до устранения имеющихся в зоне сварного соединения недопустимых вмятин, заусенцев, окалины, ржавчины и т. п.

Кроме финишного контроля сварных швов на участке осуществляется систематический пооперационный контроль

Пооперационный контроль состоит из:

- проверки соответствия качества металла и электродов техническим условиям;
- проверки приспособлений для сборки, заключающейся в определении горизонтальности, чистоты поверхности и базовых размеров;
- проверки качества сборки путем внешнего осмотра и замерами;
- проверки качества и технологии сварки, заключающейся в поддержании состояния сварочной аппаратуры и оборудования, режимов сварки, порядок наложения швов на уровне требований, обеспечивающих получение качественных сварных соединений.

Механические свойства сварных швов контролируются путем испытания контрольных образцов:

- на растяжение и загиб при $t=20^{\circ}\text{C}$
- на ударную вязкость при $t=40^{\circ}\text{C}$ $a_k \geq 2 \text{ кгс м /см}^2$

Все сварные швы подвергаются ультразвуковой дефектоскопии. Этим методом выявляются трещины, непровары, поры и шлаковые включения, устанавливаются размеры и место нахождения всех дефектов, а также определяются минимальные расстояния между дефектами и число дефектов на определенной длине шва.

Ультразвуковой метод контроля используется для контроля сварных швов толщиной 10-15 мм и более.

Практика применения ультразвукового контроля подтвердила его высокую чувствительность и возможность выявления трещин и узких непроваров, неопределяемых просвечиванием.

Достоинством этого метода является также возможность получения данных о качестве швов непосредственно в процессе контроля и безопасность для обслуживающего персонала.

Выявленные дефекты вырубаются или выплавляются на длину дефекта плюс 10 мм с каждой стороны при условии сохранности основного металла, затем зачищаются. Заварка дефектных участков может производиться любым способом, обеспечивающим требуемое качество сварного шва. Исправленные сварные швы должны быть повторно проконтролированы 100% ультразвуковой дефектоскопией.

Результаты механических испытаний образцов, вырезанных их контрольных пластин и результаты ультразвуковой дефектоскопии, заносятся в паспорт вала.

2.4 Выбор и обоснование сварочного оборудования

«При выборе сварочного оборудования необходимо ориентироваться на:

- выбранный способ сварки и степень его механизации;
- режимы сварки (диаметр проволоки $d_{пр}$; сила тока и т.д.);
- экономическую целесообразность;
- технические возможности;
- годовую программу выпуска сварных узлов;
- современные достижения сварной науки и техники;
- максимальную производительность сварных работ» [15].

В данной выпускной квалификационной работе выбран способ автоматической сварки в среде углекислого газа, со следующими параметрами сварки:

- диаметр электродной проволоки $d_{э.п.} = 2\text{мм}$;
- сила сварочного тока 500А.

Для выполнения процесса сварки требуется сварочное оборудование, которое обеспечивает выбранные режимы сварки. Для сварки углеродистых сталей плавящимся электродом в среде CO_2 применяют автоматы серии А-1417.

В данной выпускной квалификационной работе предлагается выполнять сварочный процесс автоматом А-1417. Ниже приведена его техническая характеристика.

Техническая характеристика автомата А-1417УЗ. Сила сварочного тока 1000 А. Автомат способен работать со сварочной проволокой диаметром от 2 до 5 мм, и подавать сварочную проволоку со скоростью от 53 до 532 м/час. Габаритный размер автомата 1070 x 770 x 1650 мм при этом масса составляет 240 кг [25].

В качестве источника питания для автомата А-1417УЗ используется универсальный выпрямитель ВДУ-1201УЗ. Он выполнен в виде

однокорпусной подвижной установки и предназначен для механизированной сварки в среде CO₂. Сила сварочного тока для данного источника составляет 1200 А. Масса источника питания составляет 850 кг.

Для реализации разработанного технологического процесса сварки вала потребуется следующее технологическое оборудование. Для проведения входного контроля понадобится кран-балка. На операции заготовительной применим гибочные семивалковые вальцы и порталную газорезательную машину. На операциях сборки и сварки полотнищ применим сборочный стенд, кантователь двухкассетный, сварочный аппарат АСДП-500, реостат балластный РБУ-400, трансформатор сварочный ТТСД-1000, сварочный трактор ТС-17-М. На участке сборки и сварки в настоящий момент имеется следующее сварочное оборудование: сварочный аппарат АСДП-500; балластный реостат РБУ-400; полуавтомат сварочный ПДПГ-500; сварочный трактор ТС-17М; сварочный трансформатор ТТСД-1000; головка сварочная АБС. Применение сварочной головки и колонны позволит повысить производительность при сварке продольного наружного шва обечайки и кольцевых швов. Однако, сварку внутренних швов из-за большой длины обечаек головкой не выполнить [23].

На операции резки применим порталную газорезательную машину.

На операции гибки применим четырехвалковый гибочный стан. Кроме того, для производства прихваток здесь применим сварочный аппарат АСДП-500, реостат балластный РБУ-400.

Для сварки продольных сварных швов нам понадобится роликовый стенд, колонна сварочная, сварочный трактор ТС-17М; сварочный трансформатор ТТСД-1000; головка сварочная АБС.

Для сварки кольцевых швов применим в качестве источника питания универсальный выпрямитель ВДУ-1201УЗ и автомат А-1417УЗ.

После сварки продольного шва обечайка отправляется на операцию калибровки. Калибровка производится на четырехвалковом гибочном стане.

Операция приварки и приварки опор производится на роликовом стенде. В данной операции задействовано следующее сварочное оборудование: АСП-500; балластный реостат РБУ-400; полуавтомат сварочный ПДГ-500.

Технологическая часть цеха подробно рассмотрена в разделе 2 настоящей работы. Оборудование рассмотрено во введении к разделу 3 настоящей работы. Для перемещения по цеху заготовок корпуса, сваренного корпуса применим кран мостовой грузоподъемностью 32,5 тонн.

Мостовой кран – подъемный кран, предназначенный для подъема, опускания и горизонтального перемещения различных грузов.

Для перемещения грузов в вертикальном и горизонтальном направлениях совместно с мостовым краном применяется консольный кран грузоподъемностью 5 тонн. Характеристики крана приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика крана грузоподъемностью 32,5 тонн.

Пролёт, м	База крана А, м	Ширина крана В, м	Скорость подъёма груза, м/с (м/мин)	Тип подкранового рельса		Нагрузка на колесо, кН	Масса, т	
				Железнодорожного по ГОСТ 7173-54	Кранового по ГОСТ 4121-76		Тележки	Крана
22,5	5,1	6,3	0,1 (6)	Р 43	КР 70	260	8,7	35

Техническая характеристика консольного крана грузоподъемностью 32,5 тонн.

Вылет консолей, м	5,5
База, м	4,5
Наибольшая высота подъёма крюка, м	16
Скорость рабочих движений, м/мин:	
основного подъёма груза	10,7

передвижения моста	72
передвижения тележки (тельфера)	35,5
Мощность двигателя, кВт	19,9
Наибольшая нагрузка на ходовое колесо, кН	127

«Каждое предприятие машиностроительной промышленности обычно имеет следующие складские помещения: склады металла, склады полуфабрикатов; склады готовой продукции; склады и кладовые инструмента и приспособлений; склад покупных изделий, деталей и полуфабрикатов; склады резервного оборудования и запасных частей; склады и кладовые обтирочных, смазочных и красящих материалов и склады топлива» [12].

Произведем расчёт площади склада заготовок и узлов при хранении поштучно в штабелях и стеллажах.

$$A_{скл} = G / (g \cdot h \cdot \lambda) \quad (3)$$

где G – величина хранимого запаса, т

$$G = (G1 \cdot nx) / Dp \quad (4)$$

где $G1$ – годовое потребление металла, т

$$G1 = (m_{уз} - m_{нм}) \cdot N \quad (5)$$

где N – годовая программа выпуска, шт

nx – норма запаса хранения, дней

Dp – число рабочих дней в году

g – норма грузонапряжённости, т/м²

h – высота укладки, м

λ – коэффициент использования площади

$n_x=3-5$ дней, принимаем $n_x=4$ дня

$\lambda=0,25-0,35$, принимаем $\lambda=0,25$

$$G_1=(0,24-0,0057) \cdot 2000 = 468 \text{ т}$$

$$G=(468 \cdot 4)/251 = 7,45 \text{ т}$$

$$A_{\text{скл}} = 7,45/(3 \cdot 2 \cdot 0,25) = 5 \text{ м}^2$$

Расчёт кладовых помещений

Площадь инструментально-раздаточной кладовой определим по формуле

$$A_{\text{ирк}} = C_{\text{сб.св.}} \cdot k_{\text{ирк}} \quad (6)$$

где $C_{\text{сб.св.}}$ – количество сборочно-сварочного оборудования;

$k_{\text{ирк}}$ – норма удельной площади для данной кладовой;

$k_{\text{ирк}}=0,5-0,6$, принимаем $k_{\text{ирк}}=0,6$

$$A_{\text{ирк}} = 4 \cdot 0,6 = 2,4 \text{ м}^2$$

Кладовая оснастки

$$A_{\text{ос}} = C_{\text{т}} \cdot k_{\text{ос}} \quad (7)$$

где $C_{\text{т}}$ – количество технологического оборудования

$k_{\text{ос}}$ – норма удельной площади для данной кладовой

$k_{\text{ос}}=0,4$

$$A_{\text{ос}} = 5 \cdot 0,4 = 2 \text{ м}^2$$

Кладовая сварочных материалов

$$A_{\text{св.м.}} = R_{\text{ос}} \cdot k_{\text{св.м.}} \quad (8)$$

где $R_{\text{ос}}$ – количество основных рабочих сварщиков, чел

$k_{\text{св.м.}}$ – норма удельной площади для данной кладовой

$k_{\text{св.м.}}=0,2-0,4$ Принимаем $k_{\text{св.м.}}=0,4$

$$A_{св.м.} = 6 \cdot 0,4 = 2,4 \text{ м}^2$$

Кладовая вспомогательных материалов

$$A_{в.м.} = C_{сб.св.} \cdot кв.м \quad (9)$$

где кв.м – норма удельной площади для данной кладовой

$$кв.м = 0,6$$

$$A_{в.м.} = 8 \cdot 0,6 = 4,8 \text{ м}^2$$

Таким образом, суммарная площадь складских помещений цеха составит

$$\begin{aligned} A_{сум} &= A_{в.м.} + A_{св.м.} + A_{ос} + A_{ирк} + A_{скл} = \\ &= 4,8 + 2,4 + 2 + 2,4 + 5 = 16,6 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Для определения габаритов цеха на начальном этапе проводят предварительный расчёт ширины пролёта, который уточняют в процессе установки оборудования.

В зависимости от расположения складских мест расчёт ширины пролёта можно вести по двум методикам: расчёт ширины пролёта при расположении складских мест к проезду; расчёт ширины пролёта при расположении складских мест по боковым сторонам пролёта.

В данной выпускной квалификационной работе расчёт ширины пролёта производится по первой методике.

$$В_{пр} > (b_1 + b_m) \cdot 2 + b_{п} \quad (10)$$

где $В_{пр}$ – ширина пролёта, м;

b_1 – расстояние от колонн или стен здания до тыльной стороны оборудования, м;

b_m – ширина рабочего места, м;

$b_{п}$ – ширина проезда, м;

$$В_{пр} > (1,5 + 8,25) \cdot 2 + 3 = 22,5 \text{ м.}$$

Согласно НТП выбираем ближайшее большее значение ширины пролёта $V_{пр}=24$ м

Для нашего производства учитывая что продукция производится тяжелая, выбираем одноэтажный цех.

В проекте строительства одноэтажных зданий используют две разновидности пролёта: крановые т.е. с верхним транспортом в виде мостовых кранов и бескрановые.

Для перемещения грузов весом в пределах 30 т. Придется использовать мостовые краны. В этом случае произведем расчет высоты пролета и здания нашего цеха по следующим формулам.

$$H_n > h + h_2 + h_3 + h_4 + h_5, \quad (11)$$

$$H_z > H_n + h_6 + h_7. \quad (12)$$

где H_n – высота пролёта, м;

H_z – высота здания, м;

h – высота самого высокого оборудования в пролёте, м;

h_2 – расстояние от наивысшей точки оборудования до груза, м;

$h_2=0,5-1$ м Принимаем $h_1=1$ м;

h_3 – высота груза, м;

h_4 – расстояние от верхней кромки груза до нижней точки максимально поднятого крюка, м;

h_5 – расстояние от нижней точки крюка, до уровня головки подкранового рельса, м;

h_6 – расстояние от уровня головки подкранового рельса до верхней точки оборудования крановой тележки, м;

h_7 – расстояние от верхней точки оборудования крановой тележки до низа стропил, м;

$h_7=0,6-1,2$ м, принимаем $h_7=1,2$ м.

3 Безопасность и экологичность проекта

3.1 Описание производственного участка, рабочего места, выполняемых операций

Тема выпускной квалификационной работы: «Технология сборки и сварки промежуточного вала цементной печи». В рамках выполнения работы предложен технологический процесс автоматической сварки обечайки и фланцев. Предложенный технологический процесс реализован на участке, рисунок 4.

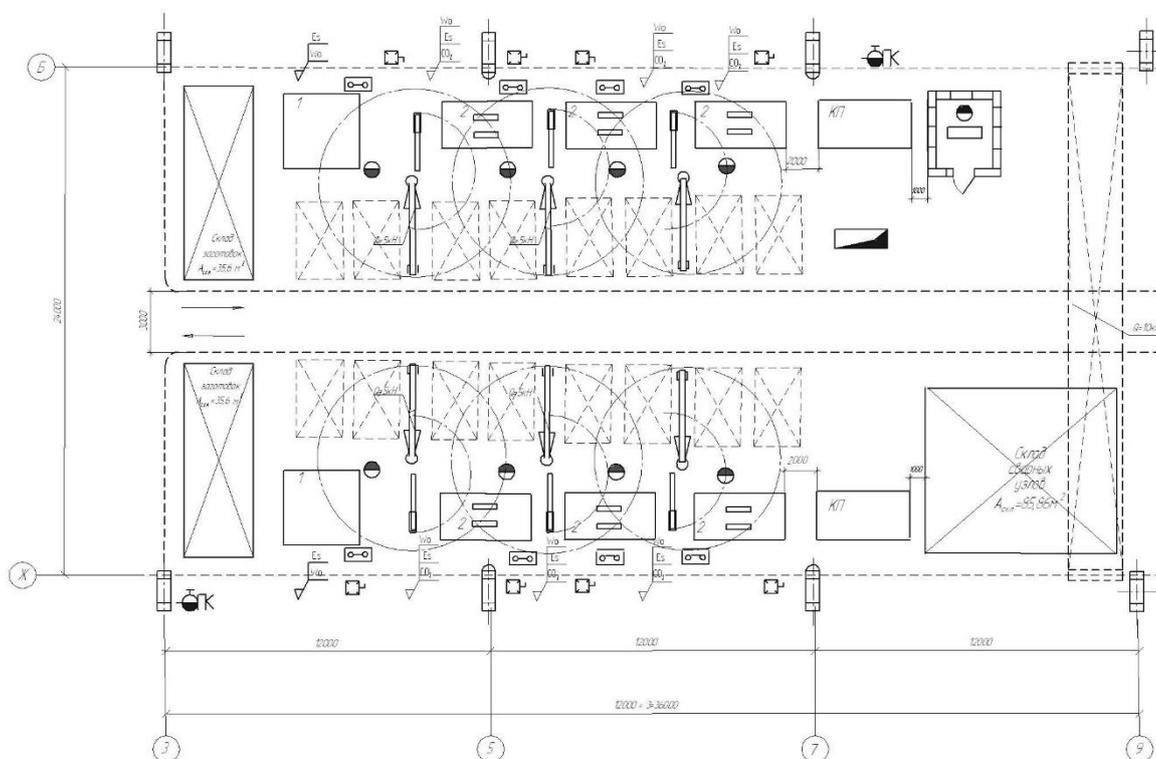


Рисунок 4 - Планировка участка сварочного

Участок расположен в сварочном цехе предприятия Волгоцеммаш, цех 19, в осях колонн 3-9, X-Б. Площадь участка 864 квадратных метра. На участке расположено следующее оборудование, таблица 7.

Таблица 7 - Спецификация оборудования, инструментов для производственного участка

Наименование оборудования, инструмента	Работы, операции, выполняемые на этом оборудовании или этим инструментом
Стенд сборочный	Сборка под сварку
Стенд роликовый	Вращение изделия при сварке
Выпрямитель сварочный ВДУ-506 УЗ.	Источник питания сварочной дуги
Полуавтомат сварочный ПДГ-353	Прихватка изделия
Выпрямитель сварочный ВДУ-1201.	Источник питания сварочной дуги
Автомат сварочный А-1417	Сварка изделия
Кран мостовой	Выполнение операций перемещения изделий

Установленное на участке оборудование необходимо для выполнения заготовительных операций, проведения сварочных работ, перемещения по участку деталей.

3.2 Технологическая характеристика объекта

Любым производственным процессам сопутствуют опасные и вредные производственные факторы. Задача раздела безопасность и экологичность бакалаврской работы опасные и вредные производственные факторы выявить и нейтрализовать.

Для изготовления рассматриваемого изделия применяется в настоящее время на предприятии вариант технологии сварки основанный на дуговой сварке штучными электродами. Предложен вариант дуговой сварки в газовой смеси. Он обладает следующими преимуществами. Производительность выше за счет того, что нет необходимости прерывать цикл сварки для замены израсходованного электрода. Кроме того, при сварке электрический ток идет не по всей длине присадочного стержня а по т.н. вылету. Это позволяет значительно увеличить силу сварочного тока.

Предлагаемая к внедрению на предприятии технология сборки и сварки состоит из таких операций как: операции, контроля заготовок и сварочных материалов, принимает участие в данной технологической операции дефектоскопист; подготовка заготовок к сварке, занимается данной технологической операцией слесарь-сборщик; соединение деталей при помощи прихваток, выполняемых посредством механизированной сварки, выполняет данные технологические манипуляции электросварщик; выполнение посредством механизированной сварных соединений, задействован при выполнении данных технологические манипуляции электросварщик; завершающая операция – контроль, задействован в ней дефектоскопист, таблица 8.

Таблица 8 - Технологический паспорт технического объекта

Наименование операции предлагаемого технологического варианта	Должность исполнителя	Оборудование необходимое для реализации предлагаемого технологического варианта	Вспомогательные материалы и вещества необходимые для предлагаемого технологического варианта
1) контроль заготовок и сварочных материалов	Дефектоскопист	Измерительный инструмент.	Рукавицы
2) подготовка заготовок к сварке	Слесарь-сборщик	Щетка металлическая, ветошь.	Рукавицы, ацетон
3) соединение деталей при помощи прихваток	Электросварщик	Сварочный аппарат для механизированной сварки	Рукавицы, сварочная проволока, защитный газ,
4) выполнение сварных соединений	Электросварщик	Сварочный аппарат для механизированной сварки	Рукавицы, сварочная проволока, защитный газ,
5) операция проверки качества готового узла	Дефектоскопист	набор визуально-измерительного контроля	Рукавицы, вода техническая

3.3 Систематизация профессиональных рисков

Рассмотрение операций технологического процесса в направлении поиска опасных и вредных факторов позволит систематизировать факторы для дальнейшего анализа, таблица 9. Травмы на производстве и профессиональные заболевания появляются по причине действия на организм работников опасных и вредных факторов. Если после непродолжительного действия появляются повреждения организма, это травма. Для появления профессионального заболевания требуется действие вредного фактора в течение продолжительного времени, месяцы, годы. В любом случае после систематизации профессиональных рисков потребуется разработка перечня мероприятий, технических и организационных, по нейтрализации воздействия рисков на человеческий организм [24].

Таблица 9 – Систематизация профессиональных рисков

Наименование операции	Выявленный опасный или вредный фактор, угрожающий жизни и здоровью производственного персонала	Производственные объекты, являющиеся источником опасного или вредного фактора
1	2	3
1) контроль заготовок и сварочных материалов	- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.	- инструменты
2) подготовка заготовок к сварке	- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи,	- ножницы гильотинные; - аппарат плазменной резки

Продолжение таблицы 9

1	2	3
3) соединение деталей при помощи прихваток	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; - подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения; 	<ul style="list-style-type: none"> - оснастка сборочная универсальная; - струбицы; - угольник; - линейка; - сварочный аппарат А-1417, универсальный выпрямитель ВДУ-1201УЗ - зачистная машинка; - сварочная дуга;
4) выполнение сварных соединений	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; - опасные и вредные производственные факторы, связанные с высокой температурой производственных объектов способных вызвать ожоги - инфракрасное излучение; - ультрафиолетовое излучение 	<ul style="list-style-type: none"> - сварочный аппарат А-1417, универсальный выпрямитель ВДУ-1201УЗ; - сварочная дуга; - сварочный аэрозоль; - нагретые края изделия
5) операция проверки качества готового узла	<ul style="list-style-type: none"> - острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; - движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; - повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; - повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека 	

3.4 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для уменьшения воздействия на организм работающих на производстве опасных и вредных факторов применяется комплекс

организационных и технических мероприятий.

В первую очередь следует по приему на работу и периодически разьяснять причины возникновения опасных и вредных факторов и методы борьбы с ними. Кроме того, различного рода плакаты, вывешенные на видных местах напоминают работникам каждый день о борьбе с опасными и вредными факторами и причинах их возникновения. Все это организационные мероприятия. К техническим мероприятиям следует отнести различного рода барьеры, устанавливаемые вокруг опасного места, предохранительные устройства, срабатывающие при пересечении работником опасного места. Также для нейтрализации могут быть применены индивидуальные средства защиты, к которым относятся специальная одежда, выполненная для нейтрализации опасного или вредного фактора, различного рода маски, перчатки, специальная обувь, средства индивидуальной защиты, таблица 10.

Таблица 10 – Используемые с целью снижения влияния отрицательных производственных условий средства и методики

Выявленный опасный или вредный фактор, угрожающий жизни и здоровью производственного персонала	Организационные и технические средства нейтрализующие выявленные опасные и вредные факторы.	Средства нейтрализующие опасный или вредный фактор при размещении непосредственно на работнике.
1	2	3
1) острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования.	1) на видных местах вывешиваются плакаты и информационные стенды по правилам поведения в той или иной ситуации; 2) вводные и периодические инструктажи по технике безопасности	Спецодежда, перчатки.
2) движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;	1) ограждения и барьеры; 2) размещение в отведённых местах информационных плакатов и табличек 3) установка предохранительных устройств	Спецодежда, перчатки

Продолжение таблицы 10

1	2	3
3) повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;	1) местные вытяжные устройства; 2) устройства общеобменной вентиляции; 3) организация общецеховой системы вентиляции, обеспечивающей, в целом, удаление и поступление воздуха извне	Защитные маски
4) повышенное значение напряжения в электрической цепи.	1) организация защитного заземления; 2) периодические инструктажи по технике электробезопасности;	Спецодежда, перчатки
5) повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	1) проведение с персоналом инструктажа по технике безопасности; 2) удаление производственного персонала из места действия данного опасного фактора за счет механизации и автоматизации процесса	Спецодежда, перчатки
6) инфракрасное излучение	1) экранирование опасной зоны; 2) ограждения и барьеры препятствующие проникновению персонала в опасную зону; 3) уменьшение времени воздействия негативного фактора на оператора	Спецодежда.
7) ультрафиолетовое излучение	1) экранирование опасной зоны; 2) ограждения и барьеры препятствующие проникновению персонала в опасную зону 3) уменьшение времени воздействия негативного фактора на оператора	Спецодежда.
8) ультразвуковое излучение	1) на видных местах вывешиваются плакаты и информационные стенды; 2) уменьшение времени воздействия негативного фактора на оператора 3) ограждения и барьеры препятствующие проникновению персонала в опасную зону.	-

3.5 Обеспечение пожарной безопасности на производственном участке

По определению пожар – это неконтролируемый процесс горения. Причиной пожара может быть нарушение технологического регламента, неисправность производственного оборудования, несоблюдение

сотрудниками правил пожарной безопасности. Соответственно и мероприятия по обеспечению пожарной безопасности направлены на борьбу с перечисленными причинами. Если рассматривать производственный участок изготовления рассматриваемого изделия то возможный пожар можно классифицировать как «Е» - горение веществ и материалов под напряжением. Для того, чтобы разработать предложения по предотвращению пожара необходимо проанализировать его опасные факторы, таблица 11. На основании выполненного анализа, мы можем разработать перечень технических и организационных мероприятий, нейтрализующих причины возникновения пожара, таблица 12.

Таблица 11 – Распознавание классов и опасных условий пожара

Участок	Установленное на участке оборудование	«Классификация по виду горящего вещества» [23]	«Наименование основных опасных факторов пожара» [23]	Наименование вторичных опасных факторов пожара
Участок, на котором осуществляется сборка и сварка рассматриваемого изделия	Сварочный аппарат А-1417, универсальный выпрямитель ВДУ-1201УЗ, машинка шлифовальная	Пожары, которые происходят за счет воспламенения и горения веществ и материалов на электроустановках, запитанных электрическим напряжением (Е) [23]	«Резкое повышение температуры на участке и вокруг него; выделение при горении токсичных продуктов и угарного газа; выделение аэрозолей, снижающих видимость на участке и вокруг него» [23].	«Короткие замыкания на оборудовании, запитанном высоким электрическим напряжением; действие на людей, находящихся в районе возгорания продуктов разложения составов, используемых для пожаротушения» [23].

Таблица 12 – Перечень мер по обеспечению пожарной безопасности

Емкость с песком, переносные углекислотные огнетушители.	Средства, применяемые в начале возгорания
Специализированные расчеты (вызываются)	Мобильные средства пожаротушения
Нет необходимости для применения на производственном участке	Стационарные установки системы пожаротушения
Нет необходимости для применения на производственном участке	Средства пожарной автоматики
Пожарный кран	Пожарное оборудование
План эвакуации	Средства, обеспечивающие эвакуацию персонала
Ведро конусное, лом, лопата штыковая	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)
Кнопка оповещения, телефон в помещении начальника участка	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.

Для обеспечения защиты участка на высоком уровне также необходимы мероприятия организационного характера, их краткий перечень отражен в таблице 13.

Таблица 13 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности производственного участка

Наименование участка	Перечень мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
«Участок для сборки и сварки вала промежуточного привода цементной печи (механизированная по методу MIG)» [23]	«Инструктаж сотрудников производственного участка правилам предупреждения возгораний и действиям в случае возгорания, деловые игры с сотрудниками по тематике борьбы с пожарами» [23].	«На участке необходимо иметь первичные средства пожаротушения в достаточном количестве, должны быть защитные экраны, ограничивающие разлет искр» [23].

3.6 Экологическая безопасность разработанного технического объекта

Опасные и вредные факторы сварочного участка помимо действия на производственный персонал оказывают негативное действие на окружающую среду, таблица 14. В таблице 15 приведен перечень мероприятий по охране окружающей среды от негативных факторов.

Таблица 14 – Систематизация факторов негативно влияющих на окружающую среду

Наименование технологического процесса	Перечень операций, технологического процесса	Факторы, негативно влияющие на атмосферу	Факторы, негативно влияющие на гидросферу	Факторы, негативно влияющие на литосферу
Механизированная сварка по методу MIG.	«контроль заготовок и сварочных материалов, подготовка заготовок к сварке, сборка, операция прихватки, операция сварки стыка, контрольные операции» [23]	«Выделяемые в процессе горения пламени аэрозоли, частицы сажи и газообразные частицы» [14]	«Химикаты, используемые в процессе проявления рентгеновской пленки» [14].	«Упаковочный материал от присадочных материалов, мусор – бытовой и производственный» [14].

Таблица 15 – Борьба с факторами негативно влияющими на окружающую среду

Наименование мер борьбы	Сварка
Борьба с факторами негативно влияющими на атмосферу.	«Оснащение вентиляционной системы фильтрами, позволяющими выполнить сбор и утилизацию выделяющихся при горении дуги вредных продуктов» [6].
Борьба с факторами негативно влияющими на гидросферу	Контроль утечек индикаторных жидкостей при проведении капиллярного контроля.
Борьба с факторами негативно влияющими на литосферу	«Установка на участке сварки соответствующих емкостей для сбора отходов производственного цикла и при проведении повторных инструктажей подробное разъяснение необходимости складирования отходов производственного цикла в установленные емкости» [6].

В рамках решения 3 задачи бакалаврской работы выявлены факторы, оказывающее негативное влияние на производственный персонал и окружающую среду. Для успешной борьбы с выявленными факторами предложены уже применяющиеся методики, включающие в себя организационные и технические мероприятия. К числу организационных следует отнести периодические разъяснения причины возникновения опасных и вредных факторов и методы борьбы с ними, во время проведения вводных и ежеквартальных инструктажей. Кроме того, различного рода плакаты, вывешенные на видных местах напоминают работникам каждый день о борьбе с опасными и вредными факторами и причинах их возникновения. К числу технических мероприятий следует отнести различного рода барьеры, устанавливаемые вокруг опасного места, предохранительные устройства, срабатывающие при пересечении работником опасного места. Также для нейтрализации факторов, оказывающих негативное влияние, могут быть применены индивидуальные средства защиты, к которым относится специальная одежда, выполненная для нейтрализации опасного или вредного фактора, различного рода маски, перчатки, специальную обувь.

4 Расчет экономических параметров предлагаемой технологии

4.1 Вводная информация для расчета

Для решения четвертой задачи бакалаврской работы необходимо рассчитать экономические параметры разработанной технологии сварки. На основании анализа передовых достижений сварочной науки и возможных вариантов сварки рассматриваемого изделия предложен способ механизированной сварки в газовой смеси. Для реализации предлагаемых технических решений на сварочный участок требуется установка нового оборудования. Также в работе спроектирована специализированная оснастка для сборки рассматриваемого изделия. По этим позициям необходимо будет рассчитать капитальные затраты. Затраты должны быть компенсированы за счет увеличения производительности и качества. Причем, время в течение которого должны быть компенсированы капитальные затраты ограничено. В целом, по машиностроению нормативный срок окупаемости капитальных вложений принят 3 года.

Применяемый в настоящее время на предприятии вариант технологии сварки основан на дуговой сварке штучными электродами. Сварка по предлагаемому варианту в газовой смеси обладает следующими преимуществами. Производительность выше за счет того, что нет нужды прерывать цикл сварки для замены израсходованного электрода. Кроме того, при сварке электрический ток идет не по всей длине присадочного стержня а по т.н. вылету. Это позволяет значительно увеличить силу сварочного тока.

Экономические расчёты требуют таких сведений как величины коэффициентов различных принятых в промышленности, размер почасовой тарифной ставки, стоимость электрической энергии, и т.д. Все эти данные для применяемого технологического варианта и предлагаемого систематизируем в таблице 16.

Таблица 16 – Вводная информация для выполнения расчетов

Наименование показателя	Обозначение показателя в формуле	В чем измеряются финансовые показатели	Численные значения финансовых показателей	
			Применяемый вариант	Предлагаемый вариант
1	2	3	4	5
Коэффициент, позволяющий при расчетах определить заводские расходы	$K_{зав}$	-	1,15	1,15
Коэффициент, позволяющий при расчетах определить цеховые расходы	$K_{цех}$	-	1,5	1,5
Требуемый разряд рабочих	P_p	-	V	IV
Оплата рабочему за один час отработанного времени	$Cч$	Р/час	200	175
Режим сменности	$K_{см}$	-	1	1
Коэффициент, позволяющий рассчитать доплаты к основной заработной плате	$K_{доп}$	%	12	12
Коэффициент, позволяющий рассчитать отчисления на дополнительную заработную плату	K_d	-	1,88	1,88
Коэффициент, позволяющий рассчитать выполнение нормы	$K_{вн}$	-	1,1	1,1
Коэффициент, позволяющий рассчитать транспортно-заготовительные расходы	$K_{т-з}$	%	5	5
Цена приобретения применяемого и предлагаемого оборудования	$C_{об}$	Руб.	150000	340000
Значения мощности применяемого и предлагаемого оборудования	$M_{уст}$	кВт	5	8
Коэффициент, позволяющий рассчитать отчисления на социальные потребности	$K_{сн}$	%	34	34
Коэффициент, позволяющий рассчитать амортизацию оборудования	Ha	%	21,5	21,5
Коэффициент, позволяющий рассчитать затраты на монтаж предлагаемого оборудования и демонтаж применяемого оборудования	$K_{мон}$ $K_{дем}$	%	3	5
Стоимость электрической энергии для промышленных предприятий	$C_{э-э}$	Р/ кВт	3,02	3,02
Значения коэффициента полезного действия предлагаемого оборудования применяемого оборудования	КПД	-	0,7	0,85
Площадь занимаемая предлагаемым и применяемым оборудованием	S	м ²	11	11

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
Значения коэффициента полезного действия предлагаемого оборудования применяемого оборудования	КПД	-	0,7	0,85
Площадь занимаемая предлагаемым и применяемым оборудованием	S	м ²	11	11
Затраты на эксплуатацию производственных площадей для предприятия	С _{эксп}	(Р/м ²)/год	2000	2000
Принятые значения цены производственных площадей	Ц _{пл}	Р/м ²	30000	30000
Коэффициент, позволяющий рассчитать норму амортизации производственных площадей под предлагаемое оборудование и применяемое оборудование	На.пл.	%	5	5
Коэффициент, позволяющий рассчитать необходимость в дополнительной производственной площади	К _{пл}	-	3	3

4.2 Расчёт фонда времени работы оборудования

Общее время работы оборудования и рабочих составляет годовой фонд времени. Для предлагаемого варианта технологии и применяемого на предприятии данный экономический показатель одинаков.

Для определения данного экономического показателя понадобится общее количество рабочих дней в году $D_p = 277$ дней, продолжительность одной смены $T_{см} = 8$ часов, общее количество дней в преддверии праздников $D_{п} = 7$ дней, в эти дни продолжительность смены по принятому законодательству меньше на $T_{п} = 1$ час, режим работы предприятия односменный, следовательно количество смен $K_{см} = 1$. По приведенной зависимости выполняем расчетное определение годового фонда времени:

$$F_{н} = (D_p \cdot T_{см} - D_{п} \cdot T_{п}) \cdot K_{см} . \quad (9)$$

Расчёты согласно (3) показывают значение 2209 часов:

$$F_H = (277 \cdot 8 - 7 \cdot 1) \cdot 1 = 2209 \text{ ч.}$$

Время работы оборудования необходимо уменьшить на величину обусловленную потерями рабочего времени, коэффициент $B = 7 \%$:

$$F_э = F_H(1 - B/100). \quad (10)$$

Расчёты согласно (4) показывают значение 2054 часа:

$$F_э = 2209 \cdot (1 - 7/100) = 2054 \text{ ч.}$$

4.3 Расчёт штучного времени

Штучное время $t_{шт}$ можно найти сложив затраты времени машинного $t_{маш}$; вспомогательного $t_{всп}$; времени обслуживания оборудования $t_{обсл}$; времени на личный отдых $t_{отд}$ и подготовительно-заключительного времени $t_{п-з}$.

$$t_{шт} = t_{п-з} + t_{отд} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{маш} \quad (11)$$

Для определения машинного времени расчетным способом понадобятся численные значения скорости сварки и суммарная протяженность сварного соединения. Скорость сварки для применяемого на предприятии технологического процесса составляет $V_{св} = 20-25$ см/мин, для предлагаемого $V_{св} = 50-55$ см/мин.

Протяженность сварных швов неизменна для применяемого и предлагаемого варианта и составляет $L = 2000$ миллиметров.

Для определения машинного времени воспользуемся зависимостью:

$$t_{маш} = \frac{\sum L}{V_{св}} \quad (6)$$

Машинное время, рассчитанное для применяемого и предлагаемого

варианта, составит:

$$t_{\text{машб}} = 200/20 = 10 \text{ мин} = 0,16 \text{ час}$$

$$t_{\text{машпр}} = 200/50 = 4 \text{ мин} = 0,06 \text{ час}$$

Штучное время, рассчитанное для применяемого на предприятии и предлагаемого варианта систематизируем в таблице 17:

Таблица 17 – Штучное время, мин.

Операция	$t_{\text{маш}}$	$t_{\text{всп}}$	$t_{\text{обсл}}$	$t_{\text{огл}}$	$t_{\text{п-з}}$	$t_{\text{шт}}$
Базовый вариант						
Подготовительная	0,16	0,016	0,016	0,005	0,001	0,126
Прихватка	0,16	0,016	0,016	0,008	0,002	0,202
Сварка	0,5	0,05	0,05	0,025	0,005	0,63
Итого	0,76					0,958
Проектный вариант						
Подготовительная	0,05	0,005	0,005	0,003	0,001	0,163
Прихватка	0,12	0,012	0,012	0,006	0,001	0,151
Сварка	0,24	0,024	0,024	0,012	0,003	0,303
Итого	0,41					0,617

Согласно заданию на выпускную квалификационную работу годовая программа составляет $\Pi_{\Gamma}=500$ изделий в год.

Для определения нужного количества технологического оборудования $n_{\text{расч}}$, нам необходимо знание коэффициента выполнения нормы, для применяемого и предлагаемого варианта технологии он одинаков, $K_{\text{вн}} = 1,03$, и эффективного фонда работы оборудования. Расчеты выполняются согласно формуле:

$$n_{\text{РАСЧ}} = \frac{t_{\text{ШТ}} \cdot \Pi_{\Gamma}}{F_{\text{Э}} \cdot K_{\text{ВН}}} \quad (7)$$

Определенное по формуле (7) нужное число оборудования составляет:

$$n_{\text{РАСЧ.Б}} = \frac{0,958 \cdot 2000}{2010 \cdot 1,03} = 0,9 \text{ед.}, \quad n_{\text{РАСЧ.пр}} = \frac{0,617 \cdot 3000}{2010 \cdot 1,03} = 0,6 \text{ед.}$$

Согласно проведённым расчётам для предлагаемого варианта требуется одна единица оборудования и для применяемого варианта также требуется одна единица оборудования. Тогда для определения коэффициента загрузки для предлагаемого варианта и применяемого нам потребуются расчеты по зависимости:

$$K_3 = n_{расч}/n_{пр}. \quad (8)$$

Полученные расчетным путем по формуле (8) коэффициенты загрузки K_3 для применяемого на предприятии варианта и предлагаемого варианта:

$$K_{3б} = 0,9/1 = 0,9; \quad K_{3п} = 0,6/1 = 0,6.$$

4.4 Определение заводской себестоимости применяемого и предлагаемого вариантов

Для выполнения сварных швов в применяемом варианте технологии необходимы штучные электроды. Предлагаемый вариант технологического процесса нуждается в сварочной проволоке и защитных газах.

Для определения расходов M на требуемые для выполнения сварных соединений выполним необходимые расчеты согласно формулы:

$$M = C_M \cdot H_P \cdot K_{Т-З} \quad (9)$$

где норма расходов H_P , цена необходимого материала C_M и коэффициента $K_{ТЗ}$ транспортно-заготовительных расходов.

Определенные согласно (9) для применяемого и предлагаемого варианта:

$$M_б = 980 \cdot 0,3 \cdot 1,05 = 308,7 \text{ руб.}$$

$$M_{пр} = (480 \cdot 0,3 + 15,0 \cdot 7,3) \cdot 1,05 = 266,17 \text{ руб.}$$

Для определения основной заработной платы $Z_{осн}$ работников, нам понадобятся численные значения штучного времени $t_{шт}$, часовой тарифной ставки $C_ч$ и значения коэффициента $K_д$ доплат. Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{осн} = t_{шт} \cdot C_ч \cdot K_д. \quad (10)$$

Основная заработная плата рабочих для применяемого и предлагаемого вариантов технологии определенная согласно формулы (10) составляет:

$$Z_{оснб} = 0,958 \cdot 200 \cdot 1,88 = 257,98 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = 0,617 \cdot 175 \cdot 1,88 = 166,15 \text{ руб.}$$

Для расчета дополнительной заработной платы $Z_{доп}$ воспользуемся значениями коэффициента $K_{доп}$ которые составляют 12 %:

$$Z_{доп} = \frac{K_{доп}}{100} \cdot Z_{осн}. \quad (11)$$

После выполнения расчетов согласно (11) по применяемому и предлагаемому вариантам дополнительная заработная плата составит:

$$Z_{допб} = 257,98 \cdot 12/100 = 30,96 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = 166,15 \cdot 12/100 = 19,94 \text{ руб.}$$

Определить размер фонда заработной платы $\Phi ЗП$ можно просуммировав основную заработную плату работников $Z_{осн}$ и дополнительную $Z_{доп}$ заработную плату работников:

$$\Phi ЗПб = 257,98 + 30,96 = 288,93 \text{ руб.};$$

$$\Phi ЗПпр = 166,15 + 19,94 = 186,09 \text{ руб.}$$

Для расчета отчислений $O_{сн}$ на социальные потребности, воспользуемся коэффициентом $K_{сн}$ и расчет проведем по следующей формуле:

$$O_{сн} = \Phi ЗП \cdot K_{сн} / 100. \quad (12)$$

Размер отчислений $O_{сн}$ на социальные потребности, по применяемому и предлагаемому вариантам определенным согласно (12) составит:

$$O_{снб} = 288,93 \cdot 34/100 = 98,24 \text{ руб.}$$

$$O_{снпр} = 186,09 \cdot 34/100 = 63,27 \text{ руб.}$$

Для определения суммарных затрат $Z_{об}$ на оборудование, которое используется для применяемого и предлагаемого вариантов, просуммируем расходы на амортизацию $A_{об}$ и на электрическую энергию $P_{ээ}$:

$$Z_{об} = A_{об} + P_{ээ}. \quad (13)$$

Для определения размера амортизации $A_{об}$ понадобится информация по цене оборудования $C_{об}$, по норме амортизации H_a , ранее рассчитанным значениям машинного времени $t_{маш}$, и эффективного фонда времени $F_э$ по формуле:

$$A_{об} = \frac{C_{об} \cdot t_{маш} \cdot H_a \cdot k_z}{F_э \cdot 100}. \quad (14)$$

После расчетов согласно (14) значения амортизации оборудования по применяемому и по предлагаемому вариантам технологии составят, таблица 18.

Таблица 18 – Амортизация оборудования

№ п/п	Вид оборудования	$C_{об}$, руб	H_a , %	$t_{маш}$, час	$F_э$, ч	Значение, руб.
1	Базовый вариант	19000	21,5	0,76	2010	1,51
2	Проектный вариант	97700	21,5	0,41	2010	4,2

Для определения размера затрат на электрическую энергию $P_{э}$, по применяемому и предлагаемому вариантам воспользуемся значениями мощности оборудования $M_{уст}$, стоимости электрической энергии для промышленных предприятий $Ц_{э}$ и рассчитанными ранее значениями машинного времени $t_{маш}$, также нам потребуется величина коэффициента полезного действия оборудования $КПД$. Расчет будем вести по формуле:

$$P_{э-э} = \frac{M_{уст} \cdot t_{маш} \cdot Ц_{э-э}}{КПД} \quad (15)$$

После расчетов согласно (15) значения расходов на электроэнергию по применяемому и по предлагаемому вариантам технологии составят, таблица 19.

Таблица 19 – Расход на электроэнергию

№ п\п	Оборудование	$M_{уст}$, кВт	$t_{маш}$, мин	$Ц_{э-э}$, руб/кВт	КПД	Значение, руб.
1	Базовый вариант	5,4	0,76	2,5	0,7	14,65
2	Проектный вариант	22,6	0,41	2,5	0,85	27,25

$$Зобб. = 1,51 + 14,65 = 16,16 \text{ руб.}$$

$$Зобпр. = 1,67 + 27,25 = 31,42 \text{ руб.}$$

Просуммировав согласно формуле (13) значения расходов на оборудование по применяемому и предлагаемому вариантам получим следующие значения:

$$Зобб. = 1,51 + 14,65 = 16,16 \text{ руб.}$$

$$Зобпр. = 1,67 + 27,25 = 31,42 \text{ руб.}$$

Для определения размера технологической себестоимости необходимо просуммировать все определенные ранее в разделе 4.4 затраты.

$$C_{ТЕХ} = M + ФЗП + O_{СН} + З_{ОБ} \quad (16)$$

Определенная согласно формуле (16) технологическая себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ТЕХБ}} = 308,7 + 288,93 + 98,24 + 16,16 + 9,25 = 721,28 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ТЕХПР}} = 266,17 + 186,09 + 63,27 + 31,42 + 9,98 = 556,84 \text{ руб.}$$

Для определения размера цеховой себестоимости $C_{\text{цех}}$ необходимо к вычисленному значению технологической себестоимости $C_{\text{тех}}$, приплюсовать произведение основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ на значение коэффициента $K_{\text{цех}}$ цеховых расходов:

$$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{цех}} \quad (17)$$

Определенная согласно формуле (17) цеховая себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ЦЕХБ}} = 721,28 + 1,15 \cdot 257,98 = 721,28 + 296,67 = 1017,95 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЦЕХПР}} = 556,84 + 1,15 \cdot 166,15 = 556,84 + 191,07 = 747,91 \text{ руб.}$$

Для определения размера заводской себестоимости $C_{\text{зав}}$ необходимо к вычисленному значению технологической себестоимости $C_{\text{цех}}$, приплюсовать произведение основной заработной платы $Z_{\text{осн}}$ на значение коэффициента $K_{\text{зав}}$ заводских расходов:

$$C_{\text{зав}} = C_{\text{цех}} + Z_{\text{осн}} \cdot k_{\text{зав}} \quad (18)$$

Определенная согласно формуле (18) заводская себестоимость для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии составит:

$$C_{\text{ЗАВБ}} = 1017,95 + 1,5 \cdot 257,98 = 1017,95 + 386,97 = 1404,92 \text{ руб.},$$

$$C_{\text{ЗАВПР}} = 747,91 + 1,5 \cdot 166,15 = 747,91 + 249,23 = 997,14 \text{ руб.}$$

Выполненные в разделе 4.4 работы расчеты экономических показателей для применяемого в настоящее время на производстве и предлагаемого к внедрению варианта технологии систематизированы в таблице 20.

Таблица 20 – Результаты расчетов показателей себестоимости предлагаемого и применяемого вариантов

Наименование экономического показателя	Услов. обозн.	Калькуляция, руб	
		Применяемый	Предлагаемый
1. Расходы на вспомогательные материалы	<i>М</i>	308,7	266,17
2. Расходы на заработную плату	<i>ФЗП</i>	288,93	186,09
3. Отчисления на соц. нужды	<i>ОСН</i>	98,24	63,27
4. Затраты на оборудование	<i>Зоб</i>	16,16	31,42
5. Технологическая себестоимость	<i>Стех</i>	721,28	556,84
6. Цеховые расходы	<i>Рцех</i>	296,67	191,07
7. Цеховая себестоимость	<i>Сцех</i>	1017,95	747,91
8. Заводские расходы	<i>Рзав</i>	386,97	249,23
9. Заводская себестоимость	<i>Сзав</i>	1404,92	997,14

4.5 Определение капитальных затрат

Для определения капитальных затрат применительно к используемому в настоящее время технологическому процессу, $K_{\text{общ. б.}}$ необходимо знать остаточную стоимость оборудования $\Pi_{\text{об.б.}}$, и рассчитанный согласно (6) коэффициент загрузки оборудования $K_{з. б.}$:

$$K_{\text{ОБЩБ}} = \Pi_{\text{ОББ}} \cdot K_{зБ} \quad (19)$$

При определении остаточной стоимости оборудования $\Pi_{\text{об.б.}}$ используемого для реализации применяемых технологических решений нам понадобится информация по рыночной стоимости оборудования $\Pi_{\text{перв}}$, сроку службы оборудования $T_{\text{сл}}$ и нормы амортизации H_a оборудования:

$$C_{\text{ОББАЗ}} = C_{\text{ПЕРВ}} - (C_{\text{ПЕРВ}} \cdot T_{\text{СЛ}} \cdot H_A / 100) \quad (20)$$

Расчет выполненный по формуле (20) показывает, что остаточная стоимость составит 85500 рублей:

$$C_{\text{ОБ.Баз.}} = 150000 - (150000 \cdot 2 \cdot 21,5 / 100) = 85500 \text{ руб.},$$

Тогда расчет выполненный по формуле (19) показывает, что с учетом коэффициента загрузки величина $K_{\text{общ. б.}}$ составит 27350 рублей.

$$K_{\text{ОБЩБаз.}} = 1 \cdot 85500 \cdot 0,55 = 27360 \text{ руб.}$$

Для того, чтобы найти капитальные затраты по разработанному в бакалаврской работе варианту $K_{\text{общ. пр.}}$ необходима информация о вложениях в оборудование $K_{\text{об. пр.}}$, вложениях в производственные площади, необходимые для установки оборудования $K_{\text{пл. пр.}}$, и о сопутствующих вложениях $K_{\text{соп.}}$: для расчета применим следующую формулу:

$$K_{\text{общ. пр.}} = K_{\text{об. пр.}} + K_{\text{пл. пр.}} + K_{\text{соп.}} \quad (21)$$

При расчетном определении капитальных вложений $K_{\text{общ. пр.}}$ в оборудование для выполнения операций по разработанному в бакалаврской работе варианту технологии необходима информация о цене оборудования $C_{\text{об. пр.}}$, коэффициенту транспортно-заготовительных расходов $K_{\text{ТЗ}}$ и коэффициенту загрузки оборудования $K_{\text{ЗП}}$ по проектному варианту:

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = C_{\text{об.пр}} \cdot K_{\text{ТЗ}} \cdot K_{\text{ЗП}} \quad (22)$$

Расчет выполненный по формуле (22) показывает, что величина капитальных вложений по предлагаемому варианту технологии 96380 рублей:

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = 340000 \cdot 1,05 \cdot 0,27 = 96390 \text{ руб.}$$

Чтобы рассчитать сопутствующие капитальные вложения $K_{\text{соп}}$. Необходимо учесть расходы на демонтаж $K_{\text{дем}}$ оборудования для ручной дуговой сварки и расходов на монтаж оборудования для механизированной сварки в смеси газов $K_{\text{монт}}$ расчеты выполняются по формуле:

$$K_{\text{соп}} = K_{\text{дем}} + K_{\text{монт}}. \quad (23)$$

При определении расходов на демонтаж оборудования для ручной дуговой сварки $K_{\text{дем}}$ и монтаж оборудования для механизированной сварки в среде газов $K_{\text{монт}}$ необходима ранее определенная стоимость оборудования по применяемому варианту $C_{\text{б}}$ и значения рыночной стоимости оборудования $C_{\text{пр}}$ по предлагаемому варианту технологии. Также понадобится информация по значениям коэффициентам на монтаж и демонтаж оборудования $K_{\text{д}}$ и $K_{\text{м}}$, расчеты выполняются по формулам:

$$K_{\text{ДЕМ}} = C_{\text{ОБ.Б}} \cdot K_{\text{Д}} \quad (24)$$

$$K_{\text{МОНТ}} = C_{\text{ОБ.ПР}} \cdot K_{\text{М}} \quad (25)$$

Расчет выполненный по формулам (23), (24) и (25) соответствующих значений:

$$K_{\text{ДПМ}} = 1 \cdot 150000 \cdot 0,05 = 7500 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{МОНТ}} = 340000 \cdot 0,05 = 17000 \text{ руб.},$$

$$K_{\text{соп}} = 7500 + 17000 = 24500 \text{ руб.}$$

Расчет выполненный по формуле (21) соответствующих значений:

$$K_{\text{общ.пр}} = 96390 + 24500 = 120890 \text{ руб.}$$

Для определения величины дополнительных капитальных вложений $K_{\text{доп}}$ нам потребуется информация по дополнительным капитальным затратам $K_{\text{общ.пр.}}$ и $K_{\text{общ.б.}}$ для применяемого на предприятии и разработанного в бакалаврской работе вариантов, расчеты выполняются по формуле:

$$K_{доп} = K_{общпр} - K_{общб}: \quad (26)$$

Расчет выполненный по формуле (26) показывает, что величина дополнительных капитальных вложений составляет 93530 рублей:

$$K_{доп} = 120890 - 27360 = 93530 \text{ руб.}$$

Для определения величины удельных капитальных вложений $K_{уд}$ воспользуемся формулой:

$$K_{уд} = \frac{K_{общ.}}{N_{пр}}, \quad (27)$$

где $\Pi_{Г}$ – годовая программа выпуска изделий согласно заданию на бакалаврскую работу.

Расчет выполненный по формуле (27) показывает размеры удельных капитальных вложений для предлагаемого $K_{удПроектн}$ и применяемого $K_{удБаз}$ вариантов технологии:

$$K_{удБаз.} = 27360/500 = 54,7 \text{ руб./ед.};$$

$$K_{удПроектн.} = 93530/500 = 187,0 \text{ руб./ед.}$$

4.6 Показатели экономической эффективности

Для определения величины снижения трудоёмкости $\Delta t_{шт}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Delta t_{шт} = \frac{t_{штб} - t_{штпр}}{t_{штб}} \cdot 100\% \quad (28)$$

где $t_{штб}$ – штучное время для применяемого на предприятии варианта технологии, основанного на дуговой сварке штучными электродами, $t_{штпр}$ – предлагаемый в бакалаврской работе для сварки рассматриваемого изделия вариант механизированной сварки в смеси газов.

Расчет выполненный по формуле (28) показывает, что величина снижения трудоемкости составляет 126%:

$$\Delta t_{шт} = \frac{13,01 - 5,2}{13,01} \cdot 100\% = 126\%$$

Для определения величины повышения производительности труда Π_T при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Delta \Pi_T = \frac{100 \cdot \Delta t_{шт}}{100 - \Delta t_{шт}} \quad (29)$$

Расчет выполненный по формуле (29) показывает, что величина повышения производительности труда составляет 150%:

$$\Delta \Pi_T = \frac{100 \cdot 126}{100 - 126} = 150\%$$

Для определения величины снижения технологической себестоимости $\Delta C_{ТЕХ}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$\Delta C_{ТЕХ} = \frac{C_{ТЕХБ} - C_{ТЕХПР}}{C_{ТЕХБ}} \cdot 100\% = 70\% \quad (30)$$

Расчет выполненный по формуле (30) показывает, что величина снижения технологической себестоимости для варианта механизированной сварки в среде защитных газов составляет 70%:

$$\Delta C_{ТЕХ} = \frac{189,57 - 55,04}{189,57} \cdot 100\% = 70\%$$

Для определения величины условно-годовой экономии $\text{Пр}_{ож}$ при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой:

$$Pr_{ож.} = \mathcal{E}_{y.z.} = \left(C_{зав}^б - C_{зав}^{np} \right) \cdot N_{np} \quad . \quad (31)$$

Расчет выполненный по формуле (31) показывает, что величина ожидаемой прибыли для варианта механизированной сварки в среде защитных газов составляет 105385 рублей:

$$Pr_{ож} = \mathcal{E}_{y.g} = (1404,92 - 997,14) \cdot 2000 = 815570 \text{ руб.}$$

Для определения срока окупаемости $T_{ок}$ дополнительных капитальных вложений воспользуемся формулой:

$$T_{ок} = \frac{K_{общпр}}{\mathcal{E}_{y.g}} \quad . \quad (32)$$

Расчет выполненный по формуле (32) показывает, что дополнительные капитальные вложения окупятся в течение примерно 1 года:

$$T_{ок} = \frac{140763}{815570} = 0,52 \text{ года}$$

Для определения годового экономического эффекта $\mathcal{E}_г$, при внедрении предлагаемых в бакалаврской работе технических решений воспользуемся формулой::

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E}_{y.g} - E_n \cdot K_{доп} \quad (33)$$

Расчет выполненный по формуле (33) показывает, что величина годового экономического эффекта с учетом компенсации капитальных затрат, определенных в разделе 4.4, составит 769118 рублей.:

$$\mathcal{E}_г = 815570 - 0,33 \cdot 140763 = 769118 \text{ руб.}$$

Применяемая на предприятии технологии сборки и сварки рассматриваемого изделия основана на дуговой сварке штучными электродами. Механизированная сварка по предлагаемому варианту в газовой смеси обладает преимуществами, согласно результатов расчетов

обеспечивающих повышение производительности, что было поставлено в качестве цели бакалаврской работы.

Расчеты показали, что внедрение разработанных в бакалаврской работе технических решений позволит снизить величину трудоемкости на 70 %, и, свою очередь увеличить производительность труда на 150 %. Также к положительным сторонам предлагаемых технических решений следует отнести снижение размера технологической себестоимости на 70%.

Размер условно-годовой экономии при внедрении в производство предлагаемых технических решений составит 105385 рублей.

Если предлагаемые технические решения внедрить в производство для изготовления рассматриваемого изделия будет получен экономический эффект, с учетом компенсации капитальных затрат, определенных в разделе 4.4, составит 769118 рублей. Определенные в разделе 4.4 капитальные затраты, необходимые для внедрения предлагаемых технических решений, окупятся в течение 1 года, что меньше, чем нормативный срок окупаемости.

Выполненные в разделе 4 расчеты свидетельствуют о том, что предлагаемый вариант технологического процесса сварки изделия эффективен.

Заключение

В выпускной квалификационной работе поставлена цель – повышение производительности труда и качества при изготовлении вала промежуточного привода цементной печи.

По базовому варианту технологии сварка вала промежуточного происходит с использованием механизированной сварки. Недостатками базовой технологии являются: низкая стабильность качества сварки, малая производительность работ, значительные финансовые затраты на обеспечение безопасности персонала.

При анализе альтернативных способов сварки вала промежуточного были рассмотрены такие технологические приёмы, как ручная дуговая сварка, сварка в углекислом газе, автоматическая сварка в углекислом газе, автоматическая сварка под слоем флюса. На основании анализа каждого способа по технологическому, техническому и технико-экономическому критериям предложено проектную технологию восстановления строить на базе автоматического способа сварки под флюсом.

Предложены мероприятия по защите рабочего персонала и предприятия от возникающих пожаров, что выполнено путём идентификации опасных факторов пожара и назначения способов устранения этих факторов. Предложены стандартные средства и мероприятия по устранению опасности возникновения пожара и тушению пожара, если он произошёл.

При оценке экологичности проектного технологического процесса рассмотрены отрицательные воздействия результатов проведения процесса на окружающую среду – атмосферу, гидросферу и литосферу. Предложенные в разделе мероприятия позволяют выполнить экологические требования, предъявляемые предприятию со стороны природоохранных организаций.

Установлено, что устранение опасных и вредных производственных факторов, сопровождающих осуществление проектного технологического

процесса, может быть осуществлено с применением стандартных средств и методик защиты.

В ходе проведения экономических расчётов установлено, что трудоёмкость выполнения операций технологического процесса уменьшилась на 43 %, а производительность труда увеличилась 75 %. За счёт снижения сопутствующих расходов и расходов на заработную плату технологическая себестоимость уменьшается на 41 %. Условно-годовая экономия при реализации проектного варианта технологии составляет 0,995 млн. рублей.

Годовой экономический эффект с учётом капитальных вложений составляет 0,917 млн. рублей. Затраты на внедрение проектной технологии окупятся за 0,2 года.

На основании вышеизложенного поставленную цель можно считать достигнутой. Результаты выпускной квалификационной работы предлагаются к внедрению на предприятиях, выполняющих изготовление оборудования для цементной промышленности.

Список используемых источников

1. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. М.: Высшая школа. 1986. 167 с.
2. Алешин Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений. М.: Машиностроение. 2006. 368 с.
3. Бурлов В.В., Парпуц И.В., Парпуц Т.П. Коррозионное растрескивание сварных швов нефтеперерабатывающего оборудования, выполненного с плакирующим слоем из стали 08X13 // Коррозия: материалы, защита. 2004. № 7. С. 22-35.
4. Гаврилов Д.А. Технология восстановления изношенных деталей сварочной оснастки / Д.А. Гаврилов // Магистерская диссертация. Тольятти, ТГУ. – 2020. – 59 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/12884>
5. Голубев Д.А. Технология сварки корпуса расходомера / Д.А. Голубев // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. – 2020. – 59 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/11588>.
6. Горина, Л. Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве: учеб. пособие. Л. Н. Горина. Гриф УМО. Тольятти : ТолПИ. 2000. 79 с.
7. Гостюшин А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций. М.: Изд. «Зеркало», 1995. 288 с.
8. Гринин А. С., Орехов Н.А. Экологический менеджмент : учеб. пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 206 с.
9. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. М.: МЧС России, 1995. 230 с.
10. Егоров А.Г., Уполовникова Г.Н., Живоглядова И.А. Правила оформления выпускных квалификационных работ для бакалавриата и специалитета: учебно-методич. пособие по выполнению дипломного проекта. Тольятти.: ТГУ, 2011. 87 с.

11. Егорова Г.Г., Кручинина Н.В. Механическое сварочное оборудование: Каталог. М.: НИИмаш. 1980. 68 с.
12. Кайдалов А.А.. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. К.: Экотехнология, 2004. 40 с.
13. Каспарова О.В., Балдохин Ю.В. Новые представления о механизме межкристаллитной коррозии нержавеющей сталей // Защита металлов. 2007. том 43. №3. С. 256-261.
14. Климов А.С. Выпускная квалификационная работа бакалавра: Учебно-метод. пособие по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по направлению подготовки 150 700.62 «Машиностроение». Тольятти: ТГУ, 2014. 52с.
15. Козулин, М.Г. Технология изготовления сварных конструкций. Учеб-метод. пособие к курсовому проектированию. - Тольятти: ТГУ 2008. 77 с.
16. Колганов, Л. А. Сварочное производство. Учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. 512 с.
17. Косинцев, В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.
18. Краснопевцева И. В. Экономическая часть дипломного проекта: метод. указания. Тольятти: ТГУ. 2008. 38 с.
19. Кудинова Г. Э. Организация производства и менеджмент: метод. указания к выполнению курсовой работы. Тольятти: ТГУ. 2005. 35 с.
20. Лукин, Д. А. Сварка глушителей в ООО «Faugesia» // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. – 2018. – 58 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/7502>.
21. Масаков В.В., Масакова Н.И., Мельзитдинова А.В. Сварка нержавеющей сталей : учеб. пособие. Тольятти: ТГУ. 2011. 184 с.
22. Радзиевский Г.Г. Ткаченко А.М. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. К.: Экотехнология, 2009. 400 с.

23. Рыбаков В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ. - 2-е изд. перераб. М.: Высш. школа, 1986. 208 с.
24. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник. М.: ИНФРА М. 2001. 672 с.
25. Цыганова Е.С. Технология и оборудование для ремонта трубного пучка теплообменника [Электронный ресурс] // Бакалаврская работа. Тольятти, ТГУ. – 2020. – 64 с. URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13202> (дата обращения 24.05.2021).
26. Cresswell R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // *Welding and Metal Fabrication*. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.
27. Dilthy U., Reisgen U., Stenke V. et al. Schutgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // *Schweissen und Schneiden*. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.
28. Dixon K. Shielding gas selection for GMAW of steels // *Welding and Metal Fabrication*. – 1999. – № 5. – P. 8–13.
29. Evans G. Microstructure and Properties of Ferritic Steel Welds Containing Ti and B. // *Welding Journal*. 72 (8). 1996. P. 251-260.
30. Lucas, W. Choosing a shielding gas. Pt 2 // *Welding and Metal Fabrication*. – 1992. – № 6. – P. 269–276.
31. Shiliang W., Weiping H., Bogang T. Improving the Toughness of Weld Metal by Adding Rare Earth Elements. // *Welding International* 3. 1986. P. 284-287.
32. Salter, G. R., Dye S. A. Selecting gas mixtures for MIG welding // *Metal Constr. and Brit. Weld. J.* 1971. № 6. P. 230–233. B.H.